

## キンカンとポンカン果実の成熟及び貯蔵中の揮発性成分と エセホン処理の影響

橋永文男・伊藤三郎

(青果保蔵学研究室)

平成元年8月10日 受理

### Volatile Compounds in Kumquat and Ponkan Fruits during Maturation and Storage with and without Ethephon Treatment

Fumio HASHINAGA and Saburo ITOO

(Laboratory of Postharvest Physiology and Preservation of Fruits and Vegetables)

#### 緒 言

キンカンとポンカンの着色促進にはエセホン散布が有効であることが認められ<sup>6,7)</sup>, また著者らも果実への影響についてその一部を報告してきた<sup>1,3)</sup>. キンカンの揮発性成分について最近報文<sup>9)</sup>が出され, またポンカンの揮発性成分についてはタンカンやウンシュウミカンと比較して報告してきた<sup>5)</sup>.

本実験ではポンカンとキンカン果実の熟度による変化及び貯蔵中の揮発性成分の変化について, 果皮から得られた精油とヘッドスペースガスのガスクロマトグラフ分析を行った. すなわち, エスレル散布後の成熟期の果実の揮発性成分を無処理果実と比較し, さらにポンカンの貯蔵果についても両者で測定し, キンカンとポンカン果実の揮発性成分に対するエセホン散布の影響の有無を検討した.

#### 材 料 と 方 法

キンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle): 前報<sup>1,2)</sup>と同じく鹿児島県加世田市のニンボウキンカン (6年生) を使用し, 10樹を対照区, 他の10樹を400ppm エセホン (2-chloroethylphosphonic acid) 散布区 (10月30日散布) とした. 約2週間おきに果実を採取し, M級果実15個について測定した.

ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco): 100ppm エセホン散布 (11月1日) と対照区の各10樹 (25年生) から, 2週間おきに各樹2個ずつ採取して分析した<sup>2,3)</sup>. さらにポリエチレン包装 (0.02mm) し, 10℃と常温に貯蔵した果実についても測定した. 最後の4月7

日測定区は収穫後4%の予措を行ったあと貯蔵したものである.

精油の調製: 果皮100gを細かく切り, エチルエーテルに1夜浸漬した. 室温で3回抽出したのち塩化ナトリウムで飽和させ, エーテル層を採取し, ウイドマ型分留管でエーテルを留去することによって精油を得た. その1 $\mu$ lをガスクロマトグラフに注入した.

ヘッドスペースガス: 100mlの三角フラスコに細かく切った果皮 (ポンカン5g, キンカン10g) を入れ, 30℃に3時間保ったのち, 1mlをガスクロマトグラフ用試料とした.

ガスクロマトグラフィー: 島津ガスクロマトグラフ GC-4B型を用い, 水素炎検出器で測定した. 分析には10% PEG 20M (クロモソルブW, 60/80メッシュ) を充填した4mm $\times$ 3mのステンレスカラムを使用した. 1分間当たり窒素40ml, 空気1l, 水素35mlを流した. 80℃から210℃まで1分間に3℃の割合で昇温した. 純品の保持時間やオレンジ<sup>11)</sup>及びグレープフルーツ<sup>10)</sup>精油のデータを参考にして各ピークを同定した. 得られたクロマトグラム各ピーク面積は島津デジタルインテグレーター ITG-4A型を接続してチャートの記録と同時に算出した.

#### 結 果

##### 1. キンカンの揮発性成分

Table 1は10月18日から12月17日まで2週間おきに測定した結果を示したが, 10月30日はエセホン処

Table 1. Changes in volatile compounds of kumquat fruits during maturation (Areas %)

Peak No.	Retention time (min)	Compounds	Oct. 18	Oct. 30		Nov. 15		Nov. 29		Dec. 10		Dec. 17
			C	C	(T)*	C	T	C	T	C	T	C
6	1.80	Acetaldehyde	0.09	1.15	1.34	1.30	1.38	1.21	1.36	1.18	1.49	1.23
7	2.60	Acetone	0.85	0.96	0.88	1.22	1.16	0.79	0.82	0.77	0.96	0.83
8	3.40	Ethyl acetate	4.14	3.29	4.01	4.49	5.16	4.70	4.75	4.37	4.99	4.79
9	3.60	Methanol	1.26	2.51	2.89	4.03	5.69	1.44	0.94	1.13	1.32	0.59
10	4.00	Ethanol	2.29	3.29	2.99	5.39	4.67	1.81	1.66	1.50	2.00	1.44
11	6.20	Isopropyl propionate	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.08	0.11	0.08
12	6.80	$\alpha$ -Pinene, Ethyl butyrate	3.69	4.25	4.20	4.12	4.00	4.64	4.69	4.62	4.88	4.80
13	8.10	Hexanal	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
14	9.50	Butanol, Sabinene	0.18	0.18	0.23	0.20	0.19	0.26	0.24	0.25	0.28	0.26
15	9.70	$\beta$ -Pinene	1.08	1.28	1.31	1.23	1.17	1.43	1.41	1.40	1.56	1.48
16	10.80	Myrcene	10.88	12.03	11.59	11.91	12.02	13.99	14.29	13.57	14.19	13.58
19	12.70	Limonene, 2-Hexenal	58.37	56.16	56.32	53.28	54.36	58.39	59.35	58.16	56.99	57.15
20	14.20	$\gamma$ -Terpinene	2.32	2.08	2.26	2.10	2.03	2.46	2.45	2.44	2.78	2.38
21	15.30	<i>p</i> -Cymene	0.01	0.01	—	—	0.01	—	—	t	—	—
22	16.00	Octanal	0.22	0.25	0.12	0.34	0.21	0.24	0.11	0.18	0.16	0.23
23	17.80	Hexanol	0.09	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
24	19.30	3-Hexenol	0.53	1.29	1.35	0.84	0.91	1.08	0.63	0.38	0.34	0.75
29	23.00	Furfural, Linalool oxide	0.25	0.06	0.11	0.11	0.23	0.12	0.07	0.26	0.22	0.25
30	23.80	Citronellal	0.26	0.33	0.28	0.38	0.52	0.52	0.55	0.55	0.78	0.63
31	24.50	Norbonyl acetate	0.01	0.01	t	0.01	0.07	0.02	0.05	0.06	0.07	0.10
32	25.10	Decanal	0.12	0.15	0.14	0.14	0.08	0.16	0.08	0.15	0.05	0.13
34	26.30	Linalool	1.48	1.55	1.71	1.98	1.71	2.30	1.78	1.71	1.70	2.40
35	26.80	<i>trans</i> -2-Nonenal	0.94	0.70	0.58	0.25	0.24	0.24	0.12	0.06	0.04	0.06
36	28.70	Terpinene-4-ol	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
37	29.40	Undecanal	0.59	0.39	0.40	0.32	0.24	0.08	0.06	0.30	0.18	0.23
38	30.10	Octyl butyrate	2.48	1.49	1.57	1.24	0.57	0.34	0.16	0.71	0.29	0.29
39	31.00	Caryophyllene	0.18	0.05	0.05	0.13	0.05	0.05	0.04	0.02	0.07	0.05
40	31.80	$\alpha$ -Terpineol	0.06	0.06	0.06	0.05	0.02	0.01	t	0.02	0.01	0.01
41	32.80	Neral, $\alpha$ -Humulene	0.55	0.52	0.52	0.74	0.59	0.60	0.26	0.55	0.34	0.58
42	34.30	Terpinyl acetate, Geranial	4.02	3.31	3.35	2.88	2.64	4.22	4.02	4.33	4.65	4.30
43	35.20	<i>l</i> -Carvone	2.56	2.14	2.31	2.55	2.49	2.41	2.28	2.46	2.57	2.87
44	36.80	Nerol	1.05	0.57	0.52	0.51	0.59	0.46	0.23	0.56	0.26	0.46
45	38.00	Geraniol	0.43	0.25	0.31	0.23	0.23	0.22	0.11	0.25	0.17	0.14
46	39.40	Undecanol	0.60	0.68	0.77	0.80	0.73	0.76	0.86	0.89	0.83	0.94
47	40.00	2-Dodecanal	0.82	0.37	0.47	0.13	0.06	0.01	—	0.13	—	0.01

C :Control fruits T :Ethepon treated fruits t :Trace

\* :Before ethepon treatment

理前の果実である。精油はリモネンが最も多く、53.3~59.4%を占め、次に多いミルセンは成熟に伴って徐々に増加(10.9~14.2%)する傾向があった。 $\alpha$ -ピネン、酢酸エチル、酢酸テルピニル(ゲラニール)、 $\gamma$ -テルピネン、*l*-カルボンが2%以上、そのほかりナロール、エタノール、 $\beta$ -ピネン、アセトアルデヒドも含まれていた。成熟するにつれて増加するものはミルセン、リナロール、 $\beta$ -ピネン、アセトアルデヒド、シトロネラルであり、減少す

るものは2-デカナル、*trans*-2-ノネナル、ネロール、ウンデカナル、 $\alpha$ -テルピネオール、酪酸オクチル、2-ドデカナルであった。

## 2. ポンカンの揮発性成分

ポンカンの成熟中及び貯蔵中の揮発性成分をTable 2に示した。リモネンが33.1~37.7%で最も多く、次に $\gamma$ -テルピネン(13.7~16.5%)であった。ミルセンは成熟に伴って増加した。貯蔵した果実はリナロールとネラルだけが顕著に減少したが、

Table 2. Changes in volatile compounds of ponkan fruits during maturation and storage (Areas %)

Peak No.	Retention time (min)	Compounds	Nov. 1	Nov. 15	Nov. 29	Dec. 10	Jan. 18	Feb. 8	Apr. 5		Apr. 7		
								10°C	10°C	RT	10°C	RT	10°C
7	2.60	Acetone	0.36	0.40	0.33	0.29	0.24	0.38	0.31	0.11	0.15	0.05	0.04
8	3.40	Ethyl acetate	2.33	2.49	1.92	1.65	0.28	2.19	1.89	1.27	1.22	0.54	0.46
9	4.00	Ethanol	0.32	0.71	0.52	1.57	0.17	2.31	0.19	0.12	0.16	0.06	0.03
13	6.70	$\alpha$ -Pinene, Ethyl butyrate	5.91	5.69	5.87	5.75	6.17	5.75	6.28	7.14	6.42	7.61	6.97
14	8.00	Hexanal	0.07	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.07	0.14	0.08	0.10
15	9.40	Butanol	3.49	3.13	3.18	3.27	3.52	3.19	3.26	3.73	3.19	3.51	3.80
16	9.70	$\beta$ -Pinene	4.17	3.62	3.80	3.39	4.29	3.44	4.10	4.26	3.49	4.31	4.09
17	10.80	Myrcene	8.24	8.48	8.73	8.82	9.32	8.54	9.29	10.50	9.52	11.27	10.70
19	11.80	Isopentanol	—	0.12	0.31	0.55	0.99	0.92	0.95	1.49	1.37	1.47	1.98
20	12.89	Limonene, 2-Hexenal	35.59	37.02	37.65	36.06	36.84	33.09	37.61	36.74	36.07	35.71	35.67
21	14.20	$\gamma$ -Terpinene	15.14	15.31	15.74	15.20	15.14	13.68	15.61	15.12	16.53	15.40	15.27
22	15.25	<i>p</i> -Cymene	1.62	1.42	1.40	1.41	1.34	1.56	1.35	2.80	3.69	2.61	2.69
23	15.90	Octanal	3.53	4.78	4.76	4.71	4.94	3.53	3.83	4.60	9.99	5.31	4.95
25	19.20	3-Hexenol	0.69	0.41	0.31	0.18	0.06	0.03	0.02	0.01	—	—	t
27	22.20	Heptanol	0.11	0.09	0.07	0.07	0.06	0.02	0.04	0.06	0.02	0.06	0.06
28	23.10	Furfural, Linalool oxide	0.26	0.27	0.24	0.26	0.22	0.30	0.15	0.49	0.45	0.52	0.20
29	24.10	Citronellal	0.13	0.26	0.32	0.58	0.70	0.55	0.54	0.64	0.48	0.56	0.73
30	25.00	Decanal	1.63	1.58	1.59	1.84	2.17	1.51	1.53	1.53	1.18	2.04	1.81
31	26.20	Linalool	9.01	8.37	7.99	8.50	7.54	4.88	4.87	3.29	2.29	4.07	4.03
33	28.70	Terpinene-4-ol	0.52	0.50	0.52	0.48	0.69	0.49	0.56	0.94	0.63	0.79	1.03
36	31.00	Caryophyllene	0.07	0.09	0.10	0.11	0.15	0.09	0.11	0.11	0.08	0.17	0.19
37	31.90	$\alpha$ -Terpineol	0.09	0.07	0.09	0.06	0.25	0.09	0.21	0.41	0.13	0.17	0.45
38	32.70	Neral, $\alpha$ -Humulene	1.86	1.87	1.37	1.52	1.74	0.52	0.49	0.39	0.09	0.24	0.58
39	34.20	Terpinyl acetate, Geranial	0.57	0.28	0.35	0.35	0.48	0.39	0.29	0.58	0.46	0.68	0.71
40	34.40	Citral	0.77	0.76	0.60	0.47	0.59	0.31	0.04	0.31	0.33	0.50	0.51
41	35.10	$\ell$ -Carvone	1.08	0.90	0.87	0.85	0.72	0.79	0.39	1.40	0.94	1.30	1.36
43	36.70	Nerol	0.32	0.06	0.04	0.03	0.06	0.17	0.12	0.13	0.10	0.24	0.18
44	37.00	Perillaldehyde	t	0.08	0.11	0.16	0.15	0.06	0.02	0.03	0.10	0.15	0.06
45	38.00	Geraniol	0.12	0.04	0.01	0.01	0.11	0.04	0.01	—	—	—	—
46	42.00	Undecanol	0.10	0.06	0.05	0.10	—	—	—	0.21	0.13	0.18	0.35

RT: Room temperature storage    10°C: Storage temperature    \*: Pretreatment (4%)

$\alpha$ -ピネン, ミルセン, *p*-シメン, オクタナール, イソペンタノールはわずかに増加した. また予措した果実は対照区と比べ, 低沸点成分が減少した.

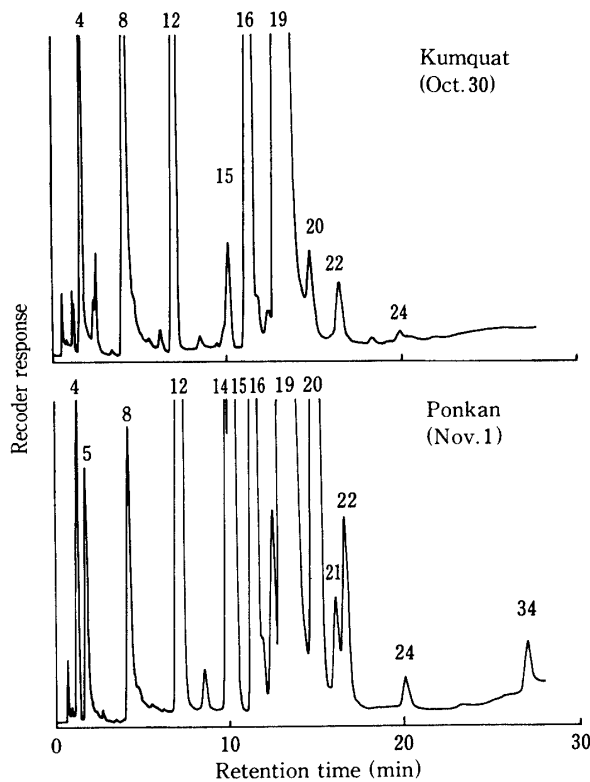
エセホン処理果の精油を測定した結果, 比較的低沸点の炭化水素が増加し, 大部分の高沸点のアルデヒドやアルコール類が減少する傾向を示したが, エセホン処理果実と対照果実とは精油の分析においては顕著な差は認められなかった.

### 3. ヘッドスペースガス分析によるキンカンとポンカンの比較

キンカンとポンカン果皮のヘッドスペースガスのクロマトグラムを Fig. 1 に示した. さらにキンカン (11月15日~12月10日), ポンカン (11月15日~12月10日) 及び貯蔵ポンカン (1月18日~4月7日)

の平均値を Table 3 に示した. キンカンでは検出されないが, ポンカンに存在するピークは14のブタノール, 21の *p*-シメン, 34のリナロールであった. さらにポンカンに多く含まれる12の  $\alpha$ -ピネン, 15の  $\beta$ -ピネン, 20の  $\gamma$ -テルピネンはキンカンでは極端に少なかった. 8のエタノールだけはキンカンの方が多かった.

キンカンのヘッドスペースガスの主成分は19のリモネンで80~92%を占め, 次に多いのが16のミルセン (3.0~6.4%) であった. ポンカンはキンカンと同じく, リモネンが最も多く (72~77%),  $\alpha$ -ピネン (6.7~9.5%),  $\gamma$ -テルピネン (4.6~7.6%), ミルセン (3.8~4.6%) であった. エセホン処理果実はキンカンとポンカンの揮発性成分の合計量にお



いて対照区より少なかった。特にリモネンとミルセンが対照区より減少し、ポンカンではピーク9以後のものは大部分エセホン処理区の方が少なかったが、ピーク8までの低沸点成分はエセホン処理区の方が多かった。他方、キンカンではエセホン処理区で、ほとんどすべての成分が減少した。

### 考 察

エチルエーテル抽出による精油成分のガスクロマトグラフではキンカンで48, ポンカンで51のピークが得られた。しかし Koyasako ら<sup>9)</sup>はキャピラリーカラムで分析したキンカンの揮発性成分として120成分を分離し、そのうち Kováts の保持指数<sup>9)</sup>等から71成分を同定し、なかでもリモネンが全体の92.7%を占めることを示した。彼らはまたキンカン

← Fig. 1. Gas chromatograms obtained from headspace gas of the peels of kumquat and ponkan fruits. Column: 10% PEG 20M (Chromosorb W), 3m×3mm  
Temperature: 80-170°C (3°C/min)  
N<sub>2</sub> gas: 40ml/min  
Sample: Kumquat (10g), ponkan (5g)

Table 3. Effect of ethephon on the headspace of kumquat and ponkan fruits (Counts, 10<sup>-1</sup>)

Peak No.	Retention time (min)	Compounds	Kumquat* <sup>1</sup>		Ponkan* <sup>2</sup>		Ponkan* <sup>3</sup>	
			C	T	C	T	C	T
1	0.73	Air	79	74	78	75	62	60
2	0.99	Formic acid	26	19	10	25	20	16
4	1.31	Ethyl ether, Hexane	123	157	222	379	120	148
5	1.75	Acetaldehyde	474	441	319	419	436	397
6	2.79	Acetone	131	94	12	42	41	34
7	3.59	Ethyl acetate	4	3	7	43	9	5
8	4.25	Ethanol	1,011	1,222	431	462	500	480
12	7.14	α-Pinene	1,816	1,637	6,070	4,909	4,994	5,398
13	8.58	Hexanal	38	19	124	101	52	53
14	9.96	Sabinene, Butanol	—	—	1,319	1,044	1,274	1,234
15	10.24	β-Pinene	295	194	1,268	1,149	1,329	1,305
16	11.41	Myrcene	2,940	2,639	3,020	2,600	3,442	3,149
18	12.48	Isopropyl pentanoate	159	75	431	423	389	350
19	13.18	Limonene	52,763	50,472	53,907	49,837	60,037	55,482
20	14.96	γ-Terpinene	241	254	3,816	3,440	5,229	4,319
21	16.06	p-Cymene	—	—	179	195	289	269
22	16.56	Octanal	153	115	401	408	480	450
34	26.97	Linalool	—	—	27	28	23	19
Total volatile compounds			60,830	59,250	71,767	65,653	78,729	73,181

\*<sup>1</sup>: The average of 3 measurements (Oct. 15, Oct. 29 and Dec. 10) (10g)

\*<sup>2</sup>: The average of 4 measurements (Oct. 15, Oct. 29, Dec. 10 and Dec. 17) (5g)

\*<sup>3</sup>: The average of 3 measurements (Jan. 13 and Feb. 8 stored at 10°C and room temperature) (5g)

C: Control, T: Ethephon treated fruits

の香りの成分としてセスキテルペンが重要であろうと推察しているが、特定していない。

本実験に用いた精油成分のうち、リモネンの占める割合はキンカンで53~59%、ポンカンで33~38%であって、このようにリモネンが少ないのはエーテル留去の際に低沸点成分の損失が起こったためであろうと考えられる。このことはヘッドスペースガス分析においてリモネンがキンカンで85~87%、ポンカンで75~77%に増大していることから裏付けられ、キンカンではリモネンが主要な成分と推定される。このキンカンのリモネンの割合は前報の結果<sup>5)</sup>からするとタンカンに近似していることが分かった。またポンカンの精油はリナロールが多く(成熟中キンカンの4~6倍)、 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、 $\gamma$ -テルピネンなどもキンカンに比べて多く存在していた。貯蔵するとリナロールが顕著に減少した。

エセホン処理果実のエーテル抽出成分は対照区と明らかな差異が認められなかったので処理区のデータは示さなかった。またヘッドスペースガス分析では果肉でも行ったが、エセホン処理区と無処理区とは明確な差は認められなかった。果皮については3~4回の測定値を平均してTable 3に示したが、ヘッドスペースガス分析をグアバ果実で行ったように、揮発性成分を捕集管に吸着させたのち、加熱導入装置によってキャピラリーカラムに導入して分析すればもっと明確なデータが得られるものと考えられる。

またキンカンやポンカンの処理区の高沸点成分が少なくなることは果皮の肥大<sup>1,3)</sup>と関係があるのかもしれない。

## 要 約

キンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle) とポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) の成熟中の揮発性成分の変化とポンカンの貯蔵中の揮発性成分の消長を測定した。またエセホン処理による揮発性成分の影響の有無についても検討した。

1. キンカン果皮のエチルエーテル抽出精油はリモネンが53~59%を占め、つづいてミルセン、酢酸エチル、エタノール、 $\alpha$ -ピネン、酢酸テルピニル、リナロール、*l*-カルボン等が多かった。このうちミルセンが成熟に伴って増加した(10.9~14.2%)。さらに $\alpha$ -ピネン、リナロール、 $\beta$ -ピネン、シトロネナールも増加したが、*trans*-2-ノネナール、ネロール、 $\alpha$ -テルピネオール、酢酸オクチルは減少

した。

2. ポンカンの精油はリモネンが成熟中35.6~37.7%、貯蔵中33.1~37.6%を占め、つづいて $\gamma$ -テルピネン(13.7~16.5%)、リナロール、ミルセン、オクタナールが多く、貯蔵すると特にリナロールが減少し、逆にミルセンは増加した。予措(4%)した果実は低沸点成分の割合が対照区より少なくなった。

3. ヘッドスペースガス分析ではキンカンで検出されなかったブタノール、*p*-シメン、リナロールがポンカンで検出され、また $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネン、ミルセン、リモネン、 $\gamma$ -テルピネンはキンカンと比べて特に多くポンカンに含まれていた。

4. キンカンのエセホン処理ではミルセン、酢酸エチル、アセトアルデヒドの増加傾向があったが、高沸点成分は対照区より少なくなるものが多かった。ポンカンの精油成分ではエセホン処理の影響はほとんど認められなかった。ヘッドスペースガス分析ではエセホン処理により、低沸点成分は多くなり、高沸点成分は処理区が少なくなる傾向にあった。特にリモネン、ミルセン、 $\gamma$ -テルピネンが少なかった。キンカンはほとんどすべての処理区で揮発性成分が少なかった。

## 文 献

- 1) 橋永文男・伊藤三郎：キンカン果実の成熟に対するエセホン処理の影響。鹿大農学術報告, No. 35, 43-47 (1985)
- 2) 橋永文男・伊藤三郎：キンカンとポンカン果実の成熟及び貯蔵中の遊離アミノ酸含量とエセホン処理の影響。鹿大農学術報告, No. 40, 37-42 (1990)
- 3) 橋永文男・西保則・大和文明・伊藤三郎：ポンカン果実の成熟に対するエスレル(2-Chloroethylphosphonic acid)処理の影響。鹿大農学術報告, No. 30, 55-61 (1980)
- 4) 橋永文男・島佳久・伊藤三郎：グアバの成熟に伴う揮発性成分の生成。鹿大農学術報告, No. 37, 59-64 (1987)
- 5) 伊藤三郎・橋永文男・沢大作：亜熱帯性果実の果汁品質に関する研究 I. ポンカン、タンカンの有機酸、糖分および香氣成分等の時期別変化。鹿大農学術報告, No. 25, 73-83 (1975)
- 6) 岩堀修一・富永茂人・大畑徳輔：エスレルによるキンカン果実の着色促進。鹿大農学術報告, No. 27, 7-13 (1977)
- 7) 岩堀修一・米山三夫・大畑徳輔：エスレルによるポンカン果実の着色促進。鹿大農学術報告, No. 29, 43-48 (1979)
- 8) Kováts, E.: Gas chromatographic characterization of organic substances in the retention index system. *Advan. Chromatog.*, 1, 229-247 (1965)
- 9) Koyasako, A. and Bernhard, R. A.: Volatile constituents of the essential oil of kumquat. *J. Food Sci.*, 48, 1807-1812 (1983)
- 10) Moshonas, M. G. and Shaw, P. E.: Analysis of volatile flavor

constituents from grapefruit essence. *J. Agric. Food Chem.*, **19**, 119-120 (1971)

11) Wolford, R. W., Alberding, G. E. and Attaway, J. A. : Analy-

sis of recovered natural orange essence by gas chromatography. *Agric. Food Chem.*, **10**, 299-301 (1962)

### Summary

Changes in the volatile constituents of kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) and ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) during maturation and storage were determined, and effects of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on the volatile compounds of citrus fruits were studied at an interval of two weeks. The results obtained are as in the following:

1. Essential oil extracted from kumquat peel with ethylether contained 53~59% of limonene of the whole oil, followed by myrcene, ethyl acetate, ethanol,  $\alpha$ -pinene, terpinyl acetate, linalool and  $\ell$ -carvone. Myrcene increased slightly as fruits matured (10.9~14.2%). Some increasing in the contents of  $\alpha$ -pinene, linalool,  $\beta$ -pinene and citronellal was observed in kumquat fruits. But the concentrations of *trans*-2-nonenal, nerol,  $\alpha$ -terpineol and octyl butyrate decreased with fruit maturation.

2. Essential oil of ponkan peel contained 35.6~37.7% of limonene during maturation, and 33.1~37.6% during storage, followed by  $\gamma$ -terpinene (13.7~16.5%), linalool, myrcene and octanal. The concentration of linalool decreased during storage, but myrcene increased slightly. Fruits with pretreatment (4%) showed a decrease of low volatile constituents to that of control fruits.

3. On headspace gas analysis, butanol, *p*-cymene and linalool were not detected in kumquat, and a large quantity of  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene and  $\gamma$ -terpinene were contained in ponkan peel.

4. Myrcene, ethyl acetate and acetaldehyde in kumquat fruits treated with ethephon showed a tendency of increasing, while most of higher volatile constituents were less than those of control fruits. Essential oil from ponkan peel did not show a significant difference between ethephon treated fruits and non-treated ones. Low volatile constituents of headspace gas were a little more numerous than those of control fruits, while relatively high volatile compounds such as limonene, myrcene and  $\gamma$ -terpinene decreased in treated fruits. On the other hand, most volatile compounds from the ethephon treated kumquat showed a slight decreasing.